

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-080363

(43)Date of publication of application : 13.03.1992

(51)Int.Cl.

C23C 16/06  
H01L 21/285  
H01L 21/285

(21)Application number : 02-195262

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 24.07.1990

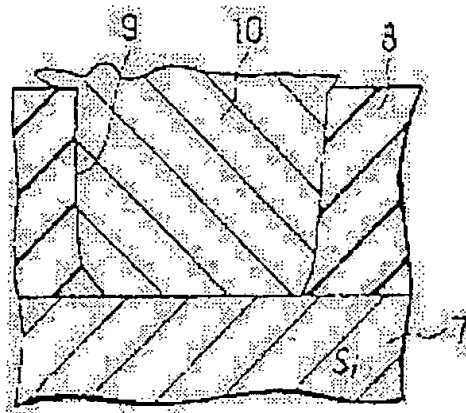
(72)Inventor : SUMI HIROBUMI

## (54) DEPOSITION METHOD

## (57)Abstract:

PURPOSE: To avoid normal deposition from being disturbed by the residual gas and to improve the adhesion of a metallic film at the time of depositing a metal on a substrate by specifying the pressure in a chamber before a gaseous reactant is introduced.

CONSTITUTION: Tungsten is deposited on a substrate 7, e.g. a semiconductor wafer. In this case, the pressure in a chamber before a deposition gas is introduced is controlled to  $\leq 3 \times 10^{-4}$  Torr divided by the time (sec) required for the deposition after pretreatment. Consequently, deposition is finished before a molecule layer of the residual gas is deposited on the substrate surface, and normal deposition of W is not disturbed by the residual gas. A dense W film 10 difficult to strip off is obtained by this method.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

⑫ 公開特許公報(A)

平4-80363

⑬ Int. Cl.<sup>5</sup>

C 23 C 16/06  
H 01 L 21/285

識別記号

3 0 1 C  
R

庁内整理番号

8722-4K  
7738-4M  
7738-4M

⑭ 公開 平成4年(1992)3月13日

審査請求 未請求 請求項の数 1 (全5頁)

⑮ 発明の名称 デポジション方法

⑯ 特 願 平2-195262

⑰ 出 願 平2(1990)7月24日

⑱ 発 明 者 角 博 文 東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内

⑲ 出 願 人 ソニー株式会社 東京都品川区北品川6丁目7番35号

⑳ 代 理 人 弁理士 尾川 秀昭

明 細 書

1. 発明の名称

デポジション方法

2. 特許請求の範囲

(1) 被処理基板上に金属をデポジションするデポジション方法において、

デポジション用ガス導入前におけるチャンバー内圧力を、 $3 \times 10^{-4}$  [Torr] を前処理後デポジション終了までに要する時間 [秒] で除した値以下にする

ことを特徴とするデポジション方法

3. 発明の詳細な説明

以下の順序に従って本発明を説明する。

A. 産業上の利用分野

B. 発明の概要

C. 従来技術

D. 発明が解決しようとする問題点 [第3図]

E. 問題点を解決するための手段

F. 作用

G. 実施例 [第1図、第2図]

H. 発明の効果

(A. 産業上の利用分野)

本発明はデポジション方法、特に被処理基板上に金属をデポジションするデポジション方法に関する。

(B. 発明の概要)

本発明は、上記のデポジション方法において、デポジションにより形成される金属の膜質、選択性、密着性の向上を図るため、

デポジション用ガス導入前の圧力を、 $3 \times 10^{-4}$  [Torr] を前処理後デポジション終了までに要する時間 [秒] で除した値以下にするものである。

(C. 従来技術)

IC、LSI、VLSIの高集積化、半導体素子の微細化が要求されるに伴って多層配線の高集積化が要求され、コンタクトホールは微細化する一方である。従って、特開昭62-150851号公報等において指摘されているように従来のバイアスパッタ法によってアルミニウムでコンタクトホールを埋め込むことはステップカバレッジの悪さの面から不可能になりつつある。

そこで、タングステンのシラン還元法等による選択タングステンCVD法が開発され、実用化されつつある。そして、その開発の成果について例えば特開平2-41843等の出願によって提案が為されている。

(D. 発明が解決しようとする問題点)

【第3図】

ところで、選択タングステンCVD法には従来から未知の要素が多く、第3図に示すようにタングステン膜形成時における選択性の崩れ(シリコン半導体基板配線膜の表面が露出するスルー

ンCVD法についても例外ではなく、例えば $1 \times 10^{-3}$  Torrというような低真空をベーシックプレッシャーとして行われた。すると、第3図に示すように残留ガス成分により吸着物11が生じ、生じた場所が絶縁膜8上であればそれを核としてタングステンの成長が生じるので、タングステンの異常成長、選択性の低下乃至破壊の原因となる。また、コンタクトホール9内に吸着物11が生じれば下地との密着性が悪くなり、剥れ易くなるし、膜質も悪くなるのである。

そこで、CVDするときのベーシックプレッシャーを低くするとチャンパー内の残留ガスによる半導体ウエハ上への分子の吸着がしにくくなり、その吸着にかかる時間を長くすることができる筈であり、その時間が実際にデポジションに要する時間、即ち前処理を開始した後本処理を終了するまでに要する時間(例えば60秒)よりも長くなるようにすれば、選択タングステン膜の成長が分子層によって妨げられることを防止できるのではないかと思いつき、更に実験と考察を重ねた

ホール底面上だけでなく絶縁膜表面にもタングステンが成長してしまうこと)、核成長(異物を核とした成長してはならないところでの異常成長)が生じた。そして、タングステン膜の膜質や密着性を十分に高くすることが難しく、膜剥れが生じ易いのが実状であった。図面において、7は半導体基板、8は絶縁膜、9はコンタクトホール、10はタングステン膜、11は後で詳述する残留ガス成分により生じた吸着物であり、タングステンの異常成長の核となる。

そこで、本発明者がその原因を追究したところ、反応ガス導入前におけるチャンパー内の圧力、即ちベーシックプレッシャーが十分に低いことに起因することが判明した。この点について詳細に説明すると下記のとおりである。

従来からCVDは短時間に多くの半導体ウエハを処理するという観点から真空引き等の時間を短縮させるためできるだけ低真空状態で、換言すれば余り低いベーシックプレッシャーで行われる傾向にあった。そして、これは選択タングステ

結果、本発明を為すに至ったのである。

しかして、本発明はデポジションにより形成される金属の膜質、選択性、密着性の向上を図ることを目的とする。

(E. 問題点を解決するための手段)

本発明デポジション方法は上記問題点を解決するため、デポジション用ガス導入前におけるチャンパー内圧力を、 $3 \times 10^{-4}$  [Torr]を前処理後デポジション終了までに要する時間[秒]で除した値以下にすることを特徴とする。

(F. 作用)

本発明デポジション方法によれば、残留ガスによる被処理基板表面へ分子層が付着するまでにデポジションを終了させることができ、残留ガスにより金属の正常なデポジションが妨げられることを回避することができる。この点について具体的に説明すると次のとおりである。

一般に、気体運動論によると、圧力P [Torr]

$r$  の雰囲気から  $1\text{cm}^2$  の表面に温度  $T$  [K (絶対温度)] で分子量  $M$  の分子が毎秒衝突する数  $N$  は次式で表わされる。

$$N = 2.89 \times 10^{22} P (MT)^{-1/2} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$$

但し、 $s$  は時間 [秒]

ところで、仮にチャンパー内のデポジション用ガス導入前の圧力  $P$  が  $1 \times 10^{-8} \text{Torr}$  であったら、温度を  $25^\circ\text{C}$  としたとき上記式から残留ガスによる分子 (例えば  $N_2$  分子) は毎秒被処理基板の表面  $1\text{cm}^2$  の領域に  $3.16 \times 10^{17}$  個衝突することになる。そして、分子が  $N_2$  分子であるとこれの原子間距離は  $3\text{\AA}$  程度であるので、これより原子の第1層には  $1\text{cm}^2$  当たり約  $10^{17}$  個の原子が存在することになる。従って、半導体ウエハの衝突分子全てが表面に吸着すると、約  $0.3$  秒で単分子層が形成されてしまうことになる。そして、この吸着物がタングステン  $W$  等の金属の正常な吸着を阻害することになる。

しかるに、真空度がそれよりずっと高く、例えば  $1 \times 10^{-8} \text{Torr}$  だとすると、半導体ウエハ

の表面  $1\text{cm}^2$  への分子の衝突数は  $3.16 \times 10^{14}$  個であり、衝突分子  $N_2$  による単分子層が形成されるまでに要する時間が約  $316$  秒 ( $5.3$  分) となる。このように分子の吸着時間が長いとその間に、即ち残留ガスが吸着する前にデポジションを終えてしまうことができ、そうすることによって金属の正常なデポジションが可能となる。

そこで、実際のデポジション方法においてベーシックプレッシャーがどうあれば良いかについて考察したところの次の結論を得た。仮に前処理後デポジション終了までに要する時間を  $1$  分間 ( $60$  秒間) とすると、最低この時間残留ガスの被処理基板への吸着を防止することができれば良いことになる。そして、 $1\text{cm}^2$  の範囲では原子の第1層には  $10^{17}$  個の原子が存在していることから、 $1$  分間に  $10^{17}$  個以上の原子が吸着しなければ良い。従って、 $1$  秒間だと  $1.6 \times 10^{14}$  個以下の原子が吸着する真空度よりも高い真空度にベーシックプレッシャーを設定すれば良いことに

なる。従って、前述の式から、

$$1.6 \times 10^{14} = 2.89 \times 10^{22} \times P [28 \times (25 + 273)]^{-1/2}$$

となる。

$$\therefore P = 5.06 \times 10^{-8} \text{Torr}$$

従って、前処理後デポジション終了の時間が  $1$  分間の場合にはベーシックプレッシャーを  $5.06 \times 10^{-8} \text{Torr}$  よりも低くすれば良い。

前処理後デポジション終了の時間を  $x$  [秒] としてこの式を普遍化すれば下記のとおりである。

$$P \leq 3 \times 10^{-8} / x [\text{Torr}]$$

(G. 実施例) [第1図、第2図]

以下、本発明デポジション方法を図示実施例に従って詳細に説明する。

第1図は本発明デポジション方法の実施に用いる  $CVD$  装置の一例を示す模式的縦断面図である。

図面において、1は前処理室で、この内部でタングステンの選択成長にあたっての前処理が行わ

れる。2はウエハ載置台、3は該ウエハ載置台2上に載置された半導体ウエハである。

該前処理室1はゲートバルブ4を介して本処理室5に連通されており、前処理室1で前処理した半導体ウエハ3をゲートバルブ4を通して本処理室5に大気に晒すことなく搬送できるようになっている。6は半導体ウエハ載置台である。

前処理チャンパー1において半導体ウエハ3に対して前処理を行った後、該半導体ウエハ3を本処理チャンパー4に移してここでタングステン膜のデポジションを行うが、前処理チャンパー1及び本処理 (デポジション) チャンパー5のベーシックプレッシャーは、前処理を終えてからデポジションが終了するまでの時間  $x$  [秒] に応じて前述の式 (作用の欄参照) に基づいて設定する。

例えば、上記時間  $x$  が  $60$  秒 ( $1$  分) であれば  $5.06 \times 10^{-8} \text{Torr}$  以下、 $120$  秒 ( $2$  分) であれば  $2.53 \times 10^{-8} \text{Torr}$  以下というようにである。

第2図 (A)、(B) は本発明デポジション方

法を実施した場合と従来による場合を比較して選択タングステン膜を示す断面図であり、この断面図はSEM撮影したものを模写したものである。同図(A)は本発明デポジション方法を実施した場合、具体的には上記時間 $x$ が60秒程度で、ベーシックプレッシャーが $1 \times 10^{-7}$  Torrの場合を示し、同図(B)は従来の場合、具体的には上記時間 $x$ が60秒程度で、ベーシックプレッシャーが $1 \times 10^{-6}$  Torrの場合を示す。

この第2図(A)、(B)から明らかなように、同図(A)に示す本発明デポジション方法による場合の方が同図(B)に示す従来のデポジション方法による場合よりもタングステン膜の膜質が密で、割れ等が生じにくい。同図において、7はシリコン半導体基板、8は例えばSiO<sub>2</sub>からなる絶縁膜、9はコンタクトホール、10はタングステン膜である。

尚、上記実施例はデポジションの前処理と本処理とをゲートバルブを介して連通された別のチャンバーで行うものであったが、一つのチャンバー

内で前処理と、本処理とを行う態様でも本発明を実施することができる。

#### (H. 発明の効果)

以上に述べたように、本発明デポジション方法は、被処理基板上に金属をデポジションするデポジション方法において、デポジション用ガス導入前における圧力を、 $3 \times 10^{-7}$  [Torr]を前処理後デポジション終了までに要する時間[秒]で除した値以下にすることを特徴とするものである。

従って、前に述べたように、本発明デポジション方法によれば、残留ガスによる被処理基板表面への分子層が付着するまでにデポジションを終えることができ、残留ガスにより金属の正常なデポジションが妨げられることを回避することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図、第2図(A)、(B)は本発明デポジ

ション方法の一つの実施例を説明するためのもので、第1図はデポジションに使用するCVD装置の断面図、第2図(A)、(B)は本発明による場合と従来の場合との金属膜を比較して示す断面図で、同図(A)は本発明による場合を示し、同図(B)は従来による場合を示し、第3図は発明が解決しようとする問題点を説明するための断面図である。

#### 符号の説明

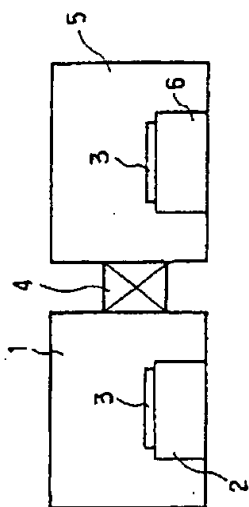
3 (7) . . . 被処理基板、

10 . . . 金属。

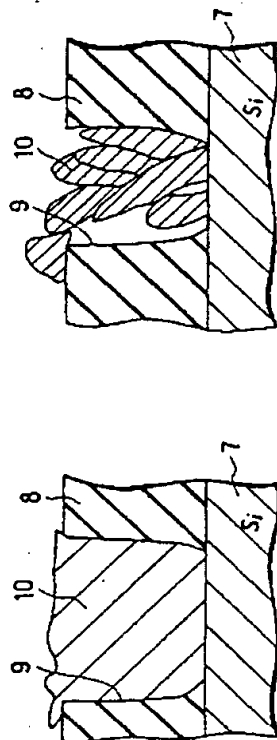
出 願 人      ソ ニ ー 株 式 会 社  
代理人弁理士      尾 川 秀 昭



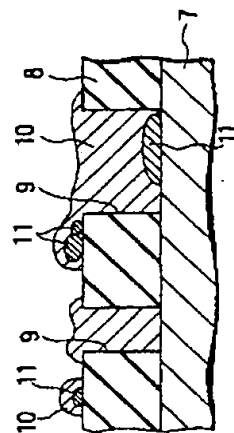
3(7)・・・被処理基板  
10・・・金属



CVD装置の断面図  
第1図



本発明による場合 ( $1 \times 10^{-6} \text{ Torr}$ )  
従来の場合 ( $1 \times 10^{-1} \text{ Torr}$ )  
断面図  
第2図



問題点を説明する断面図  
第3図